

AH

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 60-012747

(43)Date of publication of application : 23.01.1985

(51)Int.Cl.

H01L 23/36
C30B 29/04
// C01B 31/06

(21)Application number : 58-120475

(71)Applicant : SUMITOMO ELECTRIC IND LTD

(22)Date of filing : 01.07.1983

(72)Inventor : SATO SHUICHI
YATSU SHUJI

(54) HEAT SINK FOR ELECTRONIC DEVICE

(57)Abstract

PURPOSE: To obtain the heat sink excellent in heat dissipating characteristic at low cost by a method wherein an artificial synthetic Ib type diamond crystal having nitrogen content at 5W100ppm is used as the material of the heat sink for a device, and is processed so that the crystal area having the maximum area becomes a plane (110).

CONSTITUTION: In manufacturing the titled heat sink the diamond crystal having nitrogen content at 5W100ppm is used. At this time, an unprocessed crystal grown surface is left on at least one surface, and the crystal surface at the part having the maximum area of the processed crystal surface is made as the plane (110). In such a manner, the heat sink excellent in heat dissipating characteristic is obtained at low cost by the use of a diamond having a high thermal conductivity and easy to be processed.

LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the
examiner's decision of rejection or application converted
registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of
rejection][Date of requesting appeal against examiner's decision of
rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C): 1998,2003 Japan Patent Office

USPS EXPRESS MAIL
ED 636 851 893 US
MAR 17 2006

AH

⑬ 日本国特許庁 (JP)

⑭ 特許出願公開

⑯ 公開特許公報 (A)

昭60—12747

① Int. Cl.⁴
H 01 L 23/36
C 30 B 29/04
// C 01 B 31/06

識別記号 庁内整理番号
6616—5F
7417—4G
7344—4G

③ 公開 昭和60年(1985) 1月23日

発明の数 1
審査請求 未請求

(全 8 頁)

② エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

⑦ 発明者 矢津修示

⑧ 特 願 昭58—120475

伊丹市昆陽北1丁目1番1号住
友電気工業株式会社伊丹製作所
内

⑨ 出 願 昭58(1983) 7月1日

⑩ 発明者 佐藤周一

⑪ 出 願 人 住友電気工業株式会社

伊丹市昆陽北1丁目1番1号住
友電気工業株式会社伊丹製作所
内

大阪市東区北浜5丁目15番地

⑫ 代理人 弁理士 上代哲司

明 細 書

1. 発明の名称

エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

2. 特許請求の範囲

(1) 含有する窒素量が、 $1 \sim 100$ PPMであるIb型ダイヤモンド結晶を用いたことを特徴とするエレクトロニクスデバイス用ヒートシンク。

(2) ダイヤモンド結晶の少なくとも一面に、未加工の結晶成長面を残したことを特徴とする特許請求の範囲第(1)項記載のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンク。

3. 発明の詳細な説明

(4) 技術分野

ダイヤモンドは既知の如く、最も熱伝導度の良い物質であり、工業的用途も大きい材質である。ところが、天然のダイヤモンド原石の場合には、含有チッ素量によつて、熱伝導度が著しく異なる性質を有している。含有チッ素量が多い方が熱伝導度が小さくその値は室温で含有チッ素量により $2.4 \text{ W/cm} \sim 6 \text{ W/cm}$ 程度変化する。この内、含有チ

ッ素量が1 PPM以下のダイヤモンドを選別し、IIaタイプ（窒素量が更に多いものをIaタイプと称する。）と称している。このIIaタイプのダイヤモンドは、殆んどが 2.0 W/cm 以上と言う高い熱伝導度を示し、高熱を発生する半導体レーザー、ダイオード、マイクロ波発振素子等のエレクトロニクス用デバイスの放熱用ヒートシンクとして、用いられている。近年この言つた分野の発達は著しく、ダイヤモンドヒートシンクの需要も急速に伸びている。本発明は、このエレクトロニクス用デバイスに用いるダイヤモンドヒートシンクに関するものである。

(5) 従来技術と問題点

しかしながら、天然産IIa型ダイヤモンドは、産出量が少なく、極めて高価である為、デバイス性能の高信頼性、及びデバイスの長寿命が要求される。通信用半導体レーザーあるいはマイクロ波用ダイオード用ヒートシンクに限られることが多い。又、同じIIaタイプダイヤモンド原石でも、チッ素含有量によつて、熱伝導度が変化する為、

安定性に欠けると言う欠点がある。又、ダイヤモンドは、最も硬い物質であることも良く知られている。この為加工が極めて難しい。一般にダイヤモンドを加工する場合には、ナタネ油にダイヤモンド粉末を混ぜたペースト状のものを、鋳物製の円盤に塗布し、この円盤を高速回転させ、その上に、ダイヤモンドを押し当てて、研磨する方法がとられる。この場合ダイヤモンドは結晶面による摩耗特性が著しく異なる。(100)面、(111)面、(110)面における摩耗特性を表-1に示す。

表 1

面	摩 耗 量	条 件
(100)	12mg/hr	周速 40m/sec
(110)	65mg/hr	荷重 750gw
(111)	1~2mg/hr	ダイヤモンド粉末 #3000

注) 摩耗量は、各面内における最も削り易い方向で研磨したもの。

従つて、(110)面を研磨すれば良く削れるが、誤まつて(111)面を研磨すると、鋳物製の円盤ばかり削つてしまい、ダイヤモンドは、殆んど削れ

ない状態となる。この為、ダイヤモンド原石の面方位を正しく判定する事は、ダイヤモンドを加工する上で不可欠の条件である。天然原石の多くは、110面よりなる12面体、あるいは(111)面よりなる8面体で構成されているが、面と面の境界の稜が融解しているものが多く、面方位を探すのは、熟練を要し、誤ることも多い。又、殆んどの面が、曲面よりなつてゐる為、かなりのダイヤモンド部分を研磨しなければならない。その為加工費と、加工代が多く高価なヒートシンクとなつてしまう。その他のダイヤモンドヒートシンク作成上の問題点は、エレクトロニクス用デバイスの電極としてダイヤモンド表面を用いる為、金のコーティングを表面に施さなければならない。その際の技術が難しく、充分な表面強度が全てのヒートシンクに亘つて得られず歩留りが悪いことにある。ダイヤモンドの表面は、極めて活性化しており、酸素が極めて多く付着している。この為単に、金を蒸着しただけでは、ダイヤモンドとの密着強度が低く、デバイス及びリード線等を接着することが出

来ない。通常は、Ti、Cr等の酸素と反応し易い金属を、先ず、イオンプレーティング、スパッタリング等の方法で、コーティングしその上に金を同方法あるいは蒸着方法でコーティングし、ヒートシンクとして用いている。この場合、Ti、Cr等をコーティングする際の表面処理及びコーティング条件が難しく、ダイヤモンドと、コーティング膜の間に、充分な接着強度が得られず、リード線を接着した場合、コーティング膜が剝離することが有る。

4) 発明の構成

本発明により、前述の各問題点に対し、人工合成ダイヤモンドを用いることにより安定した高熱伝導度を有し、かつ加工がし易いダイヤモンドヒートシンクを供給するものである。先づ第一に、ダイヤモンド原石の熱伝導度が安定した高い範囲内にあるチッ素量の同定について説明する。ヒートシンクに用いられる人工合成ダイヤモンドは、主に砥粒合成に用いられる膜成長法と、温度差法とで作られるがここでは、第1図に示すような一般

に温度差法と呼ばれる方法で合成される、人工ダイヤモンド原石を使った場合について述べる。チッ素含有量は成長速度を1mg/h~3.5mg/hまで変えて、10~150PPMまで変化させた。成長速度を制御する手段は当初、第1図中の炭素と、ダイヤモンド種結晶物質の間隔を変えること(溶媒浸さを変える)によつて温度差を変えることで行なつたが、成長速度の再現性は余り良くなかつた。従つて本発明では、第2図に示す如く、ダイヤモンド種結晶物質の下に、熱伝導の良いMo等の高融点金属円板を敷き、その円板の厚みを変えることで、下方に散逸される熱量を変化させ、ダイヤモンド種結晶物質と炭素源間の温度差を変え成長速度を変える方法をとった所、成長速度のパラッキは小さくなつた。チッ素含有量の測定は、赤外吸収測定器により、ダイヤモンド原石の1130 cm^{-1} の、吸収係数を正確に測定することに同定した。第3図に吸収係数と、含有チッ素量の関係を示す。又、上記方法によつて合成したダイヤモンド原石の成長速度と、含有チッ素量の関係を第4図に示

す。図は、ニッケル溶媒を用いているが、他の溶媒についても同一の結果が得られた。その結果10PPM~150PPMのチッ素を含有する1b型のダイヤモンド原石が得られた。これらのダイヤモンドの熱伝導度を測定した所、第5図に示すような結果が得られた。その結果、10PPM~100PPMの範囲内では、熱伝導度がほぼ一定で高い値を示すが、150PPMになると、熱伝導度は、低い値を示し出す。このことから、チッ素量が10~100PPMの範囲内にある人工合成ダイヤモンドから作成されたヒートシンクが高熱伝導度を有し、バラツキの少ない優れたエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクであることが判かる。合成ダイヤモンドでは窒素が均一に固溶した状態であり(1b型ダイヤモンドはこれにより特徴づけられている)一方天然ダイヤモンドでは窒素が特定の結晶面に数百オングストロームの単位で凝集析出している。これは結晶の成長環境の差に基づくものである。天然ダイヤモンド中の凝集析出した窒素はフォノンの散乱に寄与し、熱伝導度を著しく低下させる

が、本発明の1b型合成ダイヤモンドでは窒素を固溶しているため熱伝導の低下は少い。第二番目の問題点としては、天然原石(1aのタイプ)より、ダイヤモンドヒートシンクを加工する際下記のような欠点があつた。

①面方位が良く判からず、研磨面(よく研磨出来る面)を誤めることがある。

②ダイヤ面は、曲面が多く加工代が多く加工時間も掛かる。

本発明では、結晶面が明確な人工合成ダイヤモンド(第6図参照)を用いることによってダイヤ結晶面の面方位が簡単に判別出来る研磨面を誤めることもない。さらに、結晶面が平面からなっている為に、成長した状態の結晶面をそのまま使用することが可能である。成長した状態の結晶面をそのまま利用した例の幾つかを第7図に示す。ダイヤモンドヒートシンクは、さらにこの上に、金等の金属をコーティングしなければならない。普通ある程度の大きさに成長した結晶面は、成長ステップが残っている場合が多い。やはりコーティング

の際、大きなステップが残っているのは好ましくない。この大きなステップをなくすには、溶媒又は、炭素源中にケイ素を添加すると殆んど研磨したと同一の滑らかな結晶面が得られる。また、ケイ素を含んでいる場合には、Ti, Cr等のイオンプレーティング、スパックリングの際、Tiとケイ素等のケイ化物を作るためなのか、コーティング膜の強度が上がる。しかし合成ダイヤモンド中に含まれるケイ素の量は、100PPM以下が望ましい。

(c) 発明の効果

上述の本発明の如く、チッ素含有量が10~100PPMの人工合成ダイヤモンド1b型を用いれば、熱伝導が高く(天然1aと等しい)バラツキの少ない高品質のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクが得られる。又、天然1a型より安価な人工合成ダイヤモンド原石を用いさらに、天然ダイヤモンド原石に比較して加工がし易く加工代が少なく、しかも結晶面の一部をそのまま加工なしで、ヒートシンクの一部として使用出来ることにより安価なエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクが本発

明により供給出来る。上記のような効果がある。

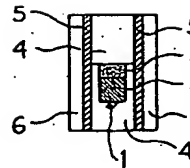
(d) 実施例

実施例1

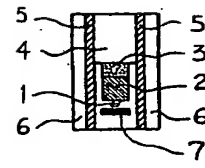
第2図で示すような温度差法により、六八面体からなる0.4clの合成ダイヤモンドを作つた。用いた溶媒は鉄、ニッケル合金、合成温度は、1450℃、圧力は、5.6GPa合成時間は、48時間であつた。赤外分光器で測定したチッ素含有量は、48PPMであつた。この原石を用いて、レーザーで、0.8mm厚にスライス状にカットした。このスライス状のダイヤモンドの両面を研磨し0.5mmの厚みにし(100)面が、側面になるようにして、レーザーで1mm×1mmにカットした。さらにカットしたダイヤの一面を、45°の角度で面取りをし、酸処理した後イオンプレーティングで、Ti, Auをコーティングした。完成したヒートシンクの上に、半導体レーザーを取り付け性能テストを行なつた所、天然1a型ヒートシンクに取り付けた場合と同一の N/S 比が得られ、又レーザー寿命も同一であつた。

4. 図面の簡単な説明

図中1はダイヤモンド種結晶、2は溶媒、3は炭素源、4は圧力媒体、5は加熱用ヒーター、6は圧力媒体、7はMo等の円板を示す。第3図は、チッ素濃度を横軸に、吸収係数を縦軸に取り、Ib型と、Ia型の吸収係数とチッ素濃度との関係をそれぞれ示す。第4図はチッ素濃度と成長速度の関係を示す。第5図は、各温度（横軸）に対するIIa（天然）とIb（内はチッ素含有量を示す）とIa（天然）型ダイヤモンドの熱伝導率を示す。第6図は、一般的な人工合成ダイヤモンド単結晶の形を示す。第7図は、人工合成ダイヤモンド原石からヒートシンクを作り出す時、結晶成長面をそのまま、ヒートシンクの表面とする例を示す。

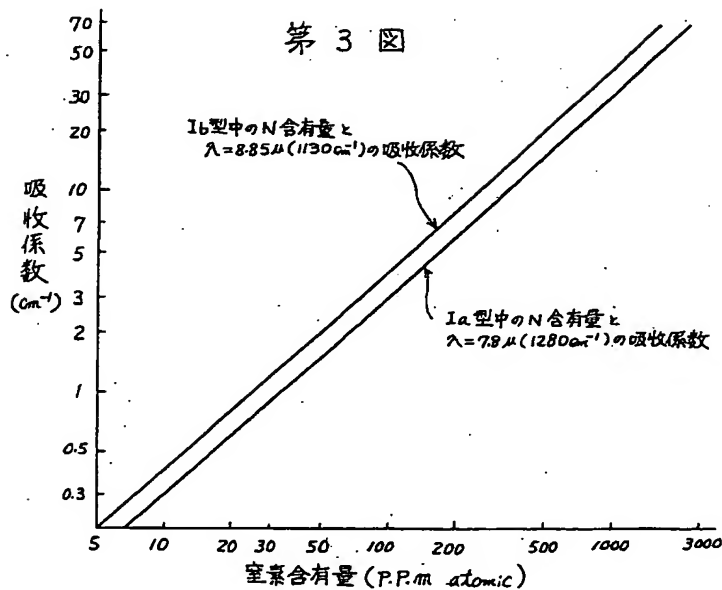


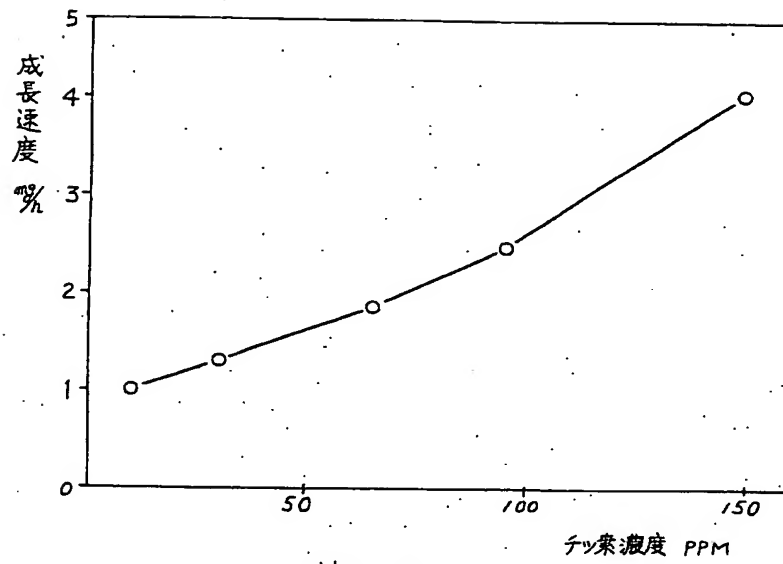
第1図



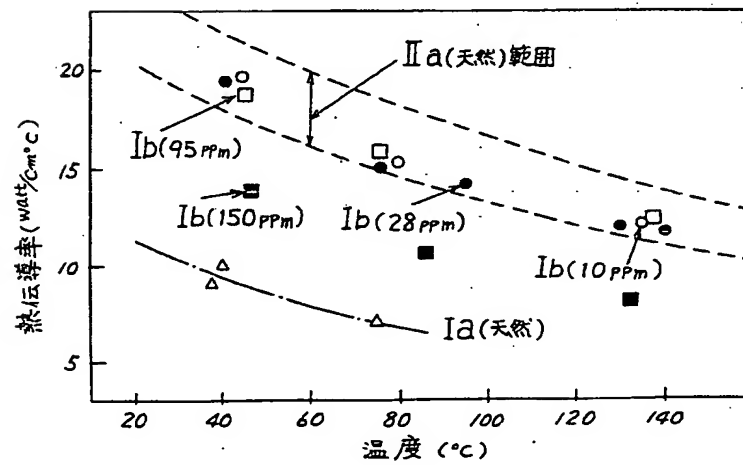
第2図

代理人 弁理士 上 代 哲 司

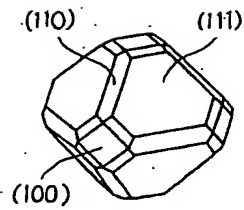




第 4 図

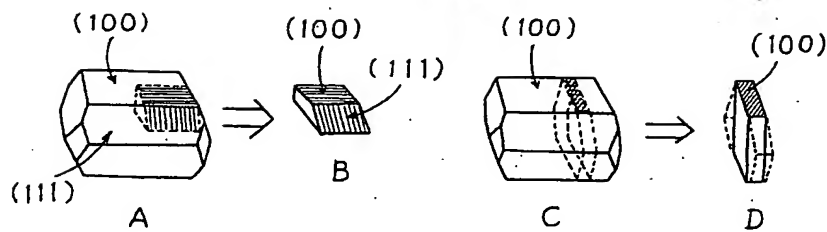


第 5 図



(8-6面体)
合成ダイヤモンド単結晶

第6図



第7図

手続補正書(方式)

昭和58年11月14日

特許庁長官 若杉和夫殿

1. 事件の表示

昭和58年 特許願 第120475号

2. 発明の名称

エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

3. 補正をする者

事件との関係 特許出願人
住所 大阪市東区北浜5丁目15番地
名称(213)住友電気工業株式会社
社長 川上哲郎

4. 代理人

住所 大阪市此花区島屋1丁目1番8号
住友電気工業株式会社内
(電話 大阪461-1031)
氏名(7881)弁理士 上代哲司

5. 補正命令の日付

昭和58年10月25日

特許庁
58.11.18

6. 補正の対象

明細書中、図面の簡単な説明の欄

7. 補正の内容

明細書第11頁1行目「4.図面の簡単な説明」
の下行に「第1図は従来法によるダイヤモンド合
成方法を示し、第2図は本発明による合成方法」
を挿入する。

手 続 補 正 書

昭和 58 年 5 月 9 日

(2580月)
特許庁長官

若 杉 和 夫 殿



1. 事件の表示

昭和 58 年 特許願 第 120475 号

2. 発明の名称

エレクトロニクスデバイス用ヒートシンク

3. 補正をする者

事件との関係 特 許 出 願 人
住 所 大阪市東区北浜 5 丁目 15 番地
名 称(213) 住友電気工業株式会社
社 長 川 上 哲 郎

4. 代 理 人

住 所 大阪市此花区島屋 1 丁目 1 番 3 号
住友電気工業株式会社内
(電話 大阪 461-1031)
氏 名(7881) 弁理士 上 代 哲 司

5. 補正命令の日付

自 発 補 正 59.5.11
出願第三係

特願 60-12747 (7)

6. 補正により増加する発明の数

7. 補正の対象

願書及び明細書中、発明の名称の欄及び、特許請求の範囲の欄、及び図面。

8. 補正の内容

(1) 願書及び明細書中の発明の名称を「エレクトロニクスデバイス用ヒートシンクおよびその製造法」に訂正する。

(2) 特許請求の範囲を別紙の通り訂正する。

(3) 図面 (第 5 図) を別紙の通り訂正する。

(4) 明細書第 2 頁第 17 行目「れる。通信用」を「れる通信用」と訂正する。

(5) 同書第 3 頁の表 1 の中の条件の欄を下記に訂正する。

表 1

面	摩 耗 量	条 件
(100)	12mg/hr	周速 40m/sec
(110)	65mg/hr	荷重 750g
(111)	1~2mg/hr	ダイヤモンド 83000

(6) 同書第 5 頁の第 17 行目の「範囲ある」を「範囲

面にある」と訂正する。

(7) 同書第 8 頁第 4 行目の「10~150 PPM」を

「窒素含有量を 5~150 PPM」と訂正する。

(8) 同書同頁第 17 行目の「ことに同定した。」を

「ことで測定した。」と訂正する。

(9) 同書第 7 頁第 2 行目から 3 行目の「10 PPM ~ 150 PPM」を「5~150 PPM」と訂正する。

(10) 同書同頁第 6 行目「10 PPM ~ 100 PPM」を「5~100 PPM」と訂正する。

(11) 同書第 7 頁第 8 行目「10~100 PPM」を「5~100 PPM」と訂正する。

(12) 同書第 8 頁第 8 行目の次に下記を挿入する。

「本願発明の別の特徴は面方位の判定しやすい人工合成 Ib 型ダイヤモンドを用いることにより、最大面積を有する加工面を (110) 面に容易に選ぶことができる。この理由は表 1 に記載の通り (110) 面は削りよい面であり、この面の加工量を多くしたエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクは、その加工費が安価であるためより実用的である。

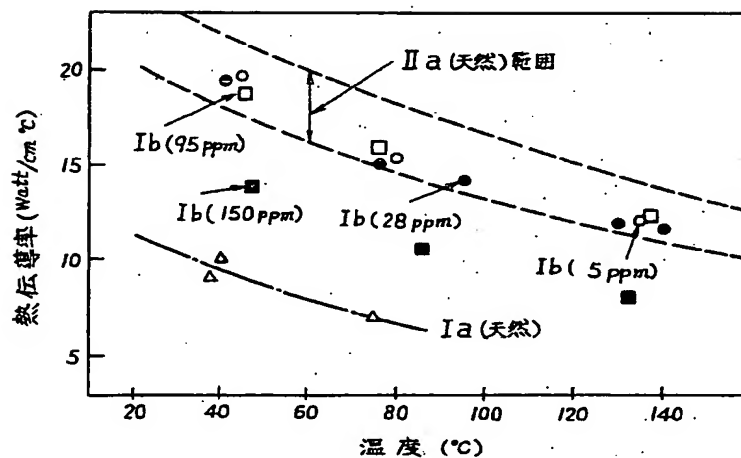
例えば第 7 図の D に示すヒートシンクでは最大

面積を有する平面部は (110) 面である。」

(13) 同書第 9 頁第 11 行目「10~100 PPM」を「5~100 PPM」と訂正する。

特許請求の範囲

- (1) 含有する窒素量が、5～100PPMであるIb型ダイヤモンド結晶を用いたことを特徴とするエレクトロニクスデバイス用ヒートシンク。
- (2) 含有する窒素量が、5～100PPMであるIb型ダイヤモンド結晶を特定の結晶面で加工したことを特徴とするエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクの製造法。
- (3) 少なくとも一面に未加工の結晶成長面を残したことを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクの製造法。
- (4) 加工された結晶面のうちで最大面積を有する結晶面が(110)面であることを特徴とする特許請求の範囲第(2)項記載のエレクトロニクスデバイス用ヒートシンクの製造法。」



第5図